

## Válasz Dr. Penksza Károly (MTA doktora)

*„Termőhelyi változatosság, táji környezet és tájhasználat szerepe gyepi növényközösségek élőhelyi mintázatainak és fajkészletének kialakításában” című MTA doktori értekezésre adott*

### opponensi bírálatára

Köszönöm Dr. Penksza Károly alapos bírálói véleményét és a kutatásaim gyakorlati alkalmazási lehetőségeire is rámutató kérdéseit. Ugyancsak köszönöm, hogy értekezésemet pozitívan értékelte. Az alábbiakban Opponensem által felvetett gondolatokra és feltett kérdésekre azoknak a bírálatban szereplő sorrendjében válaszolok. Az Opponens észrevételeit és kérdéseit dőlt betűvel szedtem.

*A szerző eredményei alapján igazoltta vált, hogy a domborzatmodellen alapuló térképezés számos szikes társulás esetén nagy pontosságú, megbízható eredményt ad. Azonban az is látszik, hogy vannak olyan társulás típusok, melyek esetében az elkülönítés nem tökéletes. A kérdésem az lenne, hogy lát-e olyan módszertani lehetőséget, amely alkalmazásával ezen mutatók javíthatók lennének?*

(Ez a kérdés szerepelt Dr. Molnár Zsolt bírálatában is, ezért a választ mindkét Opponensnek adott válaszban szerepeltetem.)

Talán túlzás nélkül állíthatjuk, hogy a szikes tájak kisléptékű termőhelyi változatossága és ennek megfelelően vegetációmintázatainak bonyolultsága egyedülálló a világon. A szikesekkel kapcsolatos kutatások épp ezért annyira izgalmasak, érdekesek ugyanakkor kihívásokkal és feladványokkal tarkítottak. Egyetértek Opponensemvel, hogy bár mint eredményeink is mutatják megfogalmazhatók általános törvényszerűségek a vegetációmintázatok kialakulásával kapcsolatban, a mintázatok egyes esetekben, lokálisan rendhagyó módon működhetnek. Ezeket az 'anomáliákat' igyekeztem az értekezésben ökológiai törvényszerűségek és terepi tapasztalatok figyelembevételével magyarázni. Folyamatban lévő kutatásaink alapján a szikes tájak élőhelyeinek osztályozási pontosságát két módon lehet növelni. 1, A lézerszkennelt adatokból származó domborzati paraméterek és egy hiperspektrális szenzorból származó, a növényzet biomasszáját és fajösszetételét is jól jellemző spektrális tulajdonságok együttes értékelésével. 2, Az osztályozás során érdemes a térképezni kívánt területet kisebb "vízgyűjtő" területekre felosztani, melyek "vízvásztó hegységei" általában a legmagasabban fekvő löszgyepek, "folyói" a szikerek és "tengerei" a legmélyebb pontokon található szikes mocsarak. Tapasztalataim alapján az ilyen vízgyűjtő területeken belül az élőhelymintázatok sokszor sokkal egységesebben értelmezhetők, mint egy teljes pusztarészen. Ennek oka, hogy ezeken a kisebb egységeken belül a talaj só és vízháztartása egységesebb képet mutat, mint egy nagy pusztarész esetén. Természetesen még ilyen aprólékos feldolgozás esetén is előfordulhatnak olyan élőhelyfoltok, amelyek rendhagyó módon viselkednek, így nem osztályozhatók. Ennek okai lehetnek például a lokális túllegelés, egy korábbi már lebontott jószágállás hatása vagy épp egy talajvíz feláramlás. Sok esetben az atipikus foltokban a szikes zonáció szomszédos társulásainak fajtái jelennek meg, így például egy kilúgzódó ürmös foltban megjelenhetnek a szomszédos cickórós állomány fajtái. Ilyen esetekben lehet hasznos az általunk is alkalmazott hierarchikus vegetáció osztályozás, mivel így a felhasználói céloknak megfelelően megtalálhatjuk a hierarchiában azt a szintet, ahol az adott célnak megfelelő a pontosság és felbontás.

*A szikes tájakban a csatornabetemetések utáni spontán gyepesedési folyamatok természetvédelmi szempontból kedvező eredményt adtak. Miben különbözik a lineáris tájelemek felszámolását követő másodlagos szukcesszió olyan tájakban (például homoki legelők esetében), ahol a talaj sótartalma kisebb? Célravezető-e ilyen helyzetben is a spontán szukcesszióra alapozni?*

Magyarországon a száraz szikes gyepek, közöttük is az értekezésben is vizsgált ürmös szikes gyepek előnyös helyzetben vannak a spontán regeneráció tekintetében. Ha a környező tájban jelen vannak a megfelelő propagulumforrások és a területet megfelelően kezelik (lehetőleg legeltetéssel), akkor az ürmös szikesekben a gyepi fajok spontán megtelepedése gyors és hatékony. A regenerálódó területen akár pár év alatt is egy a referencia gyepekhez hasonló közösség jöhet létre. Különösen igaz ez olyan tájsebek esetében, mint a vizsgált csatornanyomvonalak, melyek nagy felületen érintkeznek a környező jó természetességű élőhelyekkel. Száraz termőhelyen kialakult nagy kiterjedésű szikes gyepek esetében a talaj nagy sótartalma és a táj kis mértékű inváziós fertőzöttsége miatt kevésbé kell számítani olyan inváziós fajok megtelepedésére, melyek hosszú távon fenn tudnának maradni a nyomvonalakon, és melyek eltávolítása hosszú és költséges akciót igényelne. A vegetációfejlődés korai szakaszában a szikes tájakban található betemetett nyomvonalakon is nagy számban vannak jelen az őshonos gyomfajok. Ezek azonban az esetek döntő többségében rossz kompetíciós képességekkel rendelkeznek, a szukcesszió során betelepülő mátrix fűfajok (például a veresnadrág csenkesz, a *Festuca pseudovina*) csomói már az első években kiszorítják őket. Tehát az ürmös szikesekben található csatornanyomvonalak esetében a gyors és hatékony regeneráció a talaj nagy sótartalmának, a gyepi fajok propagulum-forrásainak és a táj alacsony gyom- és inváziós faj fertőzöttségének köszönhető.

A homoki legelőkön található betemetett csatornanyomvonalakon a vegetációfejlődés kimenetele sokkal kevésbé jószólható meg, mint a szikeseken. Ennek oka elsősorban az, hogy a homoki élőhelyeken a legkisebb talajbolygatás, még ha az természetvédelmi rekonstrukció részét képezi is, gyomosodási gócpontként szolgálhat. A talajbolygatás következtében létrejött nyílt talajfelszín elősegíti a magbankban található gyom- és inváziós fajok megtelepedését. A nemkívánatos fajok megtelepedése történhet továbbá a környező élőhelyekből magesővel, amit elősegít az, hogy a homokvidékeken az inváziós fertőzöttség igen nagy. A homoki legelők bár vízellátottság tekintetében stresszelt (száraz) élőhelyek, de talajukban nincs jelen só, ami számos nem kívánatos faj megtelepedését meg tudná gátolni. Fentiek miatt jelentős esély van arra, hogy a betemetést követően a nyomvonalon gyom- és inváziós fajok dominanciája alakul ki, ami aktív beavatkozás nélkül akár tartósan fenn is maradhat. Ezért véleményem szerint a homoki legelőkön található lineáris tájelemek felszámolását követően mindenképpen érdemes valamilyen aktív gyepesítési módszert alkalmazni és a beavatkozás által irányítani a vegetációfejlődést. Erre a legmegfelelőbb módszer a helyben, jó természetességű gyeppen kaszált széna terítése, mivel ez egyrészt véd a nyílt homokfelszínekre jellemző deflációtól, másrészt a lokális fajkészletet jól reprezentáló propagulumokat juttat a területre. Amennyiben erre nincsen lehetőség, akkor pedig célszerű egy olyan a helyi referencia gyepekre jellemző fajösszetételt reprezentáló magkeveréket vetni a nyomvonalra, amely jelentős mennyiségben tartalmazza a gyep vázát alkotó fűfaj magvait. A gyep vázát alkotó fűfajok ugyanis gyors megtelepedésükkel, nagy borításukkal és jó kompetíciós képességükkel képesek már a vegetációfejlődés korai szakaszában is visszaszorítani a gyom- és inváziós fajokat.

*Van-e a vörös rókákön kívül más olyan élőlénycsoport is a kunhalmokon, amelyek élőhely átalakító tevékenységük által hatással lehetnek a gyepi fajok megtelepedési dinamikájára?*

A vörös rókákön kívül két, a kurgánokon gyakran előforduló élőlénycsoport, az egyenesszárnnyúak és a kisemlősök is igen fontos szerepet játszanak a kurgánokon előforduló gyepi fajok megtelepedési dinamikájában. Bár szerepük sokszor alulértékelt, a kurgánokon élő egyenesszárnnyú közösségeknek nagy szerepük van a gyepi biomassa eltávolításában. Különösen az izolált, felhagyott kurgánokon okoz problémát a növényi biomassa felhalmozódása, mely hosszú távon a gyepi vegetáció diverzitásának csökkenését, kisszámú erőteljes növekedésű növényfajok populációjának megerősödését, ugyanakkor számos elsősorban rövidéletű növényfaj eltűnését okozhatja. A felhalmozódott biomassa következtében képződött vastag avartakaró akadályt képezhet a kismagvú gyepi növények magjainak a talajfelszínre jutásában, ezáltal gátolja a gyepi fajok megtelepedését. A kevésbé erőteljes növekedésű fajok csíranövényei számára pedig sok esetben fizikai akadályt képezhet. Az egyenesszárnnyúak „legelésének” így különösen az izolált helyzetben található kurgánok esetén van nagy jelentősége, mivel ezeken a kurgánokon sok esetben felhagyják a kaszálást és a legelést. Ezeken a kurgánokon az egyenesszárnnyúak által végzett biomassa eltávolítás egyaránt elősegíti a gyepi fajok fennmaradását és megtelepedését.

A kisemlősök a gyepi élőhelyek mikro-léptékű átalakítása és a gyepi fajok magjainak terjesztése által képesek befolyásolni a megtelepedési dinamikát. Már a vörös rókaival kapcsolatos vizsgálatunkban is felfigyeltünk rá, hogy a kurgánokon igen nagy a kisemlős járatok (mezei pocok, cickányfajok, erdei egér) denzitása. Ezek a járatok a vörös róka kotorékaihoz hasonlóan a talajbolygatás és taposás által hatnak a vegetációra. A különbség az, hogy a kisemlősök által okozott talajbolygatás általában kisebb kiterjedésű és a vegetációra kifejtett hatása nem oly tartós, mint a vörös róka által okozott bolygatásé. A kisemlősök magterjesztésével kapcsolatban Godó Laura PhD hallgatómával dolgozunk egy áttekintő review cikken, mely során feldolgozzuk a kisemlősöknek a gyepi fajok magjainak terjesztésében betöltött szerepét. Eredményeink kurgánokra is jól adaptálhatók. A kisemlősök leginkább endozoochoriával képesek terjeszteni az elfogyasztott növények magvait. Tápcsatornájukon általában azonban csak a kis méretű magok képesek intakt módon átjutni, a nagyobb méretű magok a rágás során oly mértékben sérülnek, hogy elvesztik csírákéességüket. A kisemlősök kültakarójukon is hordozhatnak magokat, azonban a szakirodalmi adatok alapján ennek a terjesztési módnak a jelentősége elenyésző. Sokkal érdekesebb jelenség az, hogy a kisemlősök fészük építéséhez nagy mennyiségű növényi anyagot mozgatnak meg, mely sok esetben tartalmaz csíráképes magokat. A fészékanyag szállítása közben elszóródott, vagy a felszín közeli járatokban kicsírázott magok hozzájárulhatnak a gyepi fajkészlet gazdagításához. A kisemlősök tehát számos módon képesek hozzájárulni a magok terjedéséhez a kurgánokon található gyepekben. Azonban fontos megjegyezni, hogy nem csupán a gyepi fajok magvait fogyasztják és terjesztik, de sok esetben a szántóföldekre vagy legelőkre jellemző gyomfajok propagulumait is. Így tevékenységük természetvédelmi szempontból nem minden esetben egyértelműen előnyös.

Természetesen a legeltetett kurgánokon maguk a legelő állatok is jelentősen hozzájárulnak a gyepi fajok számára alkalmas megtelepedési mikroélőhelyek létrehozásában és a magterjesztésben; erre a témára az értekezés több fejezetében is részletesen kitértem.

*Gazdálkodói szempontból hogyan értékelhető a kunhalmok szerepe? Előnyös, vagy hátrányos, ha adott parcellában előfordulnak kunhalmok?*

Véleményem szerint nem csupán táj- és természetvédő, de gazdálkodói szemmel nézve is előnyös az, ha egy mezőgazdasági területen természetközeli gyeppel borított kurgánok találhatók. A kurgánokon található gyepi életközösségek ugyanis nem csupán a táji biodiverzitás megőrzése szempontjából fontosak, de számos olyan ökoszisztéma szolgáltatást is nyújtanak, melyek növelhetik a mezőgazdasági termelés hatékonyságát. Ilyen szolgáltatás a pollinátorok populációnak fenntartása, a mezőgazdasági kártevők elleni védekezés, illetve a halmok környezetében a talajszerkezet és a tápanyag szolgáltató képesség javítása. A *Biological Conservation* c. folyóiratnál bírálat alatt lévő kéziratunkban többek között ezt a kérdést jártuk körül egy 138 magyarországi halmon végzett vizsgálatunkban. Eredményeinket dióhéjban az alábbiakban összegezném. A halmokon összesen 335 olyan virágos növényfajt találtunk, amelyek megfelelő forrásként szolgálnak a megporzó rovarok populációi számára. A nagyszámú virágos faj a teljes vegetációs időszakban folyamatos táplálékforrást biztosít a beporzók számára (ellentétben például egy akácodosott kurgánnal, ahol a pár hetes intenzív virágzást követően minimálisra csökken a pollinátorok számára hasznosítható tápanyagforrás mennyisége). A halmokon a *Nabis*, *Orius* és *Dicyphus* nemzetségekbe tartozó poloskafajok, valamint a *Tachyporus*, *Stenus*, *Ocypus* nemzetségekbe tartozó holyva fajok számos egyedét találtuk. Ezek a ragadozó fajok jelentős szerepet játszanak a biológiai védekezésben, a mezőgazdasági kártevő rovarok fogyasztása által növelik a termés mennyiségét és minőségét, valamint csökkentik a területre kijuttatandó rovarirtó szerek mennyiségét is. A kurgánokon élő hangyakolóniák járataik által növelik a kurgánon és a kurgán környezetében található területeken a talaj porozitását, ami elősegíti a talaj szellőzését és javítja a vízgazdálkodását. Mint az a példákon keresztül is látható, a gyeppel borított kurgánok által nyújtott ökoszisztéma szolgáltatások nem csak magán a kurgánon érvényesülnek, hanem a környező mezőgazdasági területeken is.

Az elmúlt években a támogatási rendszerekben egy igen előremutató változásként a "kunhalmok", mind védett tájképi elemek bekerültek a területalapú támogatási rendszerekbe. Ez röviden annyit jelent a gazdálkodó számára, hogy ha nem végez káros mezőgazdasági tevékenységet (tipikusan ez a szántásra vonatkozik) a kurgánon akkor jogosulttá válik a halom területére eső támogatás felvételére. Bár nem ez a támogatási konstrukció elsődleges célja, de mivel elősegíti a természetközeli gyepi állományok fennmaradását a mezőgazdasági területeken, kiválóan illeszkedik abba a más konstrukciók által szorgalmazott koncepcióba, hogy a mezőgazdasági tájakban a tájléptékű biodiverzitás fenntartása érdekében szükség van kisebb természetközeli szigetek, menedékek (mint például virágos mezsgyék, rovarteleltető bakhátak) létrehozására, fenntartására. Korábbi tanulmányok kimutatták, hogy azok a nem termelői célokat szolgáló támogatások, amelyek kis élőhelyszigetekre fókuszálnak természetvédelmi szempontból sokkal hatékonyabbak, mint a nagy kiterjedésű intenzív művelés alatt álló területek (például szántók) extenzívebb, a természetvédelmi érdekeket is figyelembe vevő művelését célzó támogatások. Véleményem szerint tehát minden olyan adminisztratív intézkedés, ami elősegíti a gyepekkel borított kurgánok megőrzését egyaránt szolgálja a természetvédelem és a gazdálkodók érdekeit. Amennyiben a kurgánokon nem őrződött meg az eredeti vegetáció (például parlag vagy fás vegetáció található rajta) az természetesen jelentősen csökkenti a gazdálkodók számára nyújtott ökoszisztéma szolgáltatások körét. Mivel a kurgánok viszonylag kis területűek, rajtuk a gyepi élőhelyek rekonstrukciója viszonylag kis energia és anyagi forrás befektetésével megoldható. Ennek módjaira a következő kérdésre adott válaszban térek ki.

*Tapasztalatai és tudományos eredményei alapján hogyan lehetne megoldani egy degradált növényzetű, izolált helyzetben található halom természetvédelmi kezelését, helyreállítását?*

Izolált helyzetben található degradált növényzetű kurgánok esetében a tipikus kiindulási állapot az, hogy a kurgán aktívan művelt szántóföldi kultúrával, parlaggal vagy fás vegetációval van borítva. Szántókkal borított kurgánokon természetesen először a szántóföldi művelést kell felhagyni. Ez azonban, ha izolált kurgánról van szó nem elegendő a gyepi közösségek regenerációjához. A szárazgyepi növényfajok korlátozott terjedési potenciálja miatt még ha fel is hagyják a művelést a szántókkal körülvett kurgánon spontán visszatelepedésükre csekély esély van. A rekonstrukcióhoz mindenképpen valamilyen aktív gyepesítési módszerre van szükség. Ilyen aktív gyepesítési módszer lehet a magvetés, a növényegyedek megtelepítése palántázással, valamint a szénaráhordás. A felsorolt módszerek közül a legegyszerűbb és leginkább költséghatékony a magvetéses gyeptelepítés. A gyeptelepítéshez érdemes olyan magkeveréket alkalmazni, amely tartalmazza a gyepalkotó fűfajok és a jó kompetíciós képességű szárazgyepi kétszikű fajok magvait is. Fontosnak tartom, hogy a magkeverékben csak a régióra jellemző fajok propagulumai legyenek. Lehetőség szerint érdemes helyi magforrásból származó magokat vetni, mely által a célfajok lokálisan adaptálódott ökotípusait lehet megtelepíteni.

Amennyiben a kurgánon még megtalálható a gyepi növényzet váza és csupán egyes fajok visszatelepítésére van szükség, akkor megoldás lehet a célfajok célzott vetése kisebb foltokban, valamint a kifejlett egyedek kiültetése is. Utóbbiak származhatnak üvegházi nevelésből vagy veszélyeztetett állományokból. Az egyedek kiültetése a legbiztosabb módszer a célfajok megtelepítésére, de egyben a legköltségesebb is. Ígéretes módszer lehet még a talajelőkészítést követő szénaráhordás alkalmazása (melyet például a Duna-Ipoly Nemzeti Parkban található Tápiósági földváron alkalmaztunk), mely által nem csupán az élőhelyre jellemző növényfajok, de a gyepi közösség fontos részét képező ízeltlábúak, puhatestűek is betelepíthetők. A kaszálék terítésének egy további fontos előnye, hogy a talajtakarása által alkalmas a gyomok visszaszorítására is. A legköltséghatékonyabb és leghatékonyabb eljárás a kaszálék kaszálást követő azonnali átszállítása a kurgánokra, így megelőzhető a rendszórózás, bálázás, tárolás során bekövetkező magvesztesség. Valamint így valószínűleg még leghatékonyabban a gyepi állatfajok áttelepítése is. A módszer hátránya, hogy a betakarítás helyszínének és időpontjának megválasztása, valamint a kaszálék terítésének kivitelezése nagy szakértelmet kíván.

A fás vegetációval borított kurgánok esetében a rekonstrukció első lépéseként a fásszárú vegetációt el kell távolítani. Ez általában nagy körültekintést igényel a kurgánokon számos esetben előforduló fehér akác és ördögcérna miatt. Ezen fajok sarjadását kifejezetten elősegíti az egyedek kivágása, így a kivágást megelőzően vagy azt követően vegyszeres kezelésre van szükség. A sarjadás megfékezésére alkalmas lenne még a tuskók eltávolítása is, ami azonban a kurgánok esetében kerülendő, mivel így sérülne a kultúrréteg. Abban a szerencsés esetben, ha a fásszárúak alatt a gyepi fajok olyan fajszámban és egyedszámban tudtak fenn maradni, amely lehetővé teszi a spontán gyepregenerációt, elegendő rendszeres kaszálással visszaszorítani a gyomfajokat és eltávolítani a biomasszát. Amennyiben a gyepi fajok állománya már eltűnt, vagy csak kis részben maradt fenn, akkor az előzőekben ismertetett módszerek egyikét alkalmazva érdemes restaurálni a kurgán növényzetét. Végezetül fontosnak tartom hangsúlyozni a restaurációt követő monitoring és az utókezelés fontosságát. Tekintettel arra, hogy az izolált, kis kiterjedésű rekonstruált gyepi élőhelyek hosszú évek vagy

évtizedek alatt válnak stabillá, mindenképpen szükséges a változások nyomon követése és a szukcessziós folyamatok támogatása kaszálással, illetve ha szükséges, újbóli betelepítésekkel.

Szeretném ismét megköszönni Dr. Penksza Károlynak, az MTA doktorának a dolgozat bírálatára fordított idejét, munkáját és hasznos, előremutató tanácsait. Kérem tisztelettel a válaszaim elfogadását.

Debrecen, 2019. június 23.

Tisztelettel,



Deák Balázs